

Tungau Merah (*Tetranychus Urticae* Koch) pada Tanaman Ubikayu dan Cara Pengendaliannya

Red Spider Mite (Tetranychus urticae Koch) on Cassava and Their Control

Pramudianto¹⁾ dan Kurnia Paramita Sari²⁾

¹⁾ Pengamat Organisme Pengganggu Tumbuhan Balai Perlindungan Tanaman Pangan dan Hortikultura Jawa Timur

²⁾ Staf Peneliti Hama pada Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi

NASKAH DITERIMA: 25 FEBRUARI 2016; DISETUJUI UNTUK DITERBITKAN: 6 APRIL 2016

ABSTRAK

Produktivitas tanaman pangan sangat rentan terhadap perubahan iklim, termasuk tanaman ubikayu yang produktivitasnya sangat ditentukan oleh fluktuasi suhu dan curah hujan. Dampak perubahan iklim pada tanaman ubikayu adalah cekaman kekeringan dan serangan hama tungau merah *Tetranychus urticae* Koch. Hama ini pada kondisi kering perlu diwaspadai karena banyak menyerang tanaman ubikayu. Selain itu hama tungau bersifat polifag, sehingga peluang kejadian di lapang pada kondisi kekeringan sangat besar. Pada musim kering dan pada cuaca panas, tungau merah mampu berkembang dengan cepat. Penyebaran tungau merah secara cepat melalui bantuan angin dan aktivitas manusia. Serangan yang parah dapat menyebabkan pembentukan daun dan ruas batang terhambat, serta menurunkan produksi ubikayu. Selain itu, akibat serangan berat tungau merah dapat menurunkan kuantitas dan kualitas bahan tanam (stek). Serangan tungau merah dapat menyebabkan kehilangan hasil ubikayu 60–90%, dan pada tingkat serangan yang parah dapat menyebabkan kematian tanaman ubikayu. Pengendalian tungau merah pada tanaman ubikayu dapat dilakukan melalui kultur teknis, biologis, dan kimia. Pengendalian secara kultur teknis dilakukan melalui penanaman varietas tahan, pemupukan, dan pengairan. Pengendalian secara biologis dilakukan dengan mengandalkan musuh alami (predator) antara lain: genus *Amblyseius*, *Metaseiulus*, *Phytoseiulus*, *Stethorus*, dan *Orius*. Pengendalian secara kimiawi dilakukan dengan aplikasi insektisida. Penanaman varietas unggul ubikayu yang toleran tungau merah dapat meminimalisir dampak serangan hama tungau merah.

Kata kunci: ubikayu, *Manihot esculenta*, *Tetranychus urticae*

ABSTRACT

Red spider mite (*Tetranychus urticae* Koch) on cassava and their control. The productivity of food crops is very vulnerable to climate change. In special circumstance, the productivity of cassava is influenced by the fluctuation of air temperature and rainfall. The direct impact of climate change on cassava crops is drought stress and severe pest infestation of red spider mite *T. urticae* Koch as this pest mostly attacks cassava crops under dry condition. Red spider mite is polyphagous, and there is a

huge chance of red spider mite to attack cassava plants under drought stress. Under hot and dry climate, these spider mites are quickly increasing their population. Wind and human activity accelerate their distribution and dispersion. Severe mites attack on cassava plants inhibits leaves and stems formation, as well as yield reduction by 60–90%, and even plants dying under very severe mites attack. In spite of tuber production, the severe attack of mites can reduce the quantity and quality of stem as planting materials. Cultural, biological, and chemical practices are recommended to control red spider mite. The cultural practices can be applied through cultivating tolerant cultivar, fertilization, and irrigation. Meanwhile, the biological controls use natural enemies/predators *i.e.* *Amblyseius*, *Metaseiulus*, *Phytoseiulus*, *Stethorus*, and *Orius*, and chemical control is by applying insecticide. Planting cassava variety that is resistant to red spider mite can minimize the bad impact of red spider mite attack.

Keywords: cassava, *Manihot esculenta*, *Tetranychus urticae*

PENDAHULUAN

Perubahan iklim global berdampak pada perubahan musim. Perubahan iklim merupakan salah satu ancaman paling serius terhadap sektor pertanian, karena sensitivitas dan kerentanan komoditas pertanian terhadap perubahan suhu dan curah hujan. Suhu tinggi akan menurunkan hasil tanaman, mendorong berkembangbiakan hama, dan perubahan pola curah hujan meningkatkan kemungkinan gagal panen dan penurunan produksi. Hal ini merupakan tantangan besar di dalam produksi pangan (Ezekiel *et al.* 2012).

Ubikayu merupakan tanaman semusim dengan umur lebih dari 6 bulan. Ubikayu banyak dibudidayakan di lahan kering dengan tingkat kesuburan tanah yang rendah dan ketersediaan air terbatas. Umur ubikayu yang panjang, menyebabkan sebagian siklus hidup ubikayu berada pada musim kering dan berpotensi menghadapi cekaman kekeringan. Kondisi ini diperparah dengan adanya perubahan iklim global. Dampak perubahan iklim pada tanaman ubikayu adalah kekeringan dan gangguan hama. Hama yang perlu diwaspadai pada kondisi kekeringan adalah

hama tungau merah (*T. urticae*), karena cuaca panas dan kering akan memacu reproduksi tungau merah (Godfrey 2011).

Tungau merah (*Tetranychus urticae* Koch) merupakan jenis hama yang paling penting dalam keluarga Tetranychidae, bersifat polifag dan dapat menyerang sekitar 1.200 jenis tanaman (Xie *et al.* 2006, Naher *et al.* 2006), termasuk sayuran (paprika, tomat, dan kentang), tanaman pangan (kacang-kacangan, jagung, dan ubikayu), tanaman buah (*strawberry*), dan tanaman hias (bunga mawar) (Fasulo dan Denmark 2009). Di India, hama ini banyak dijumpai pada tanaman *Withania somnifera* (ginseng India) (Sharma dan Pati 2012). Serangan hama tungau merah dapat menyebabkan kehilangan hasil dan kerugian secara ekonomi (Tehri *et al.* 2014).

Ubikayu di Indonesia ditanam pada awal musim hujan dan dipanen pada akhir musim kemarau, sehingga sebagian periode pertumbuhannya mengalami periode kering. Pada kondisi kering, tanaman ubikayu berpeluang besar mengalami gangguan hama tungau. Salah satu hama tungau yang menyebabkan kerusakan besar pada tanaman ubikayu di Indonesia adalah *T. urticae* (Widiarti 2012). Serangan parah dapat menyebabkan kematian pada tanaman ubikayu, tergantung durasi serangan dan umur tanaman (Rodriguez 1979). Hasil penelitian (Indiati 2011) menunjukkan bahwa penanaman ubikayu di Lampung pada bulan Februari hingga Juni 2010 mengalami serangan hama tungau merah dengan intensitas tinggi sehingga menyebabkan semua daun luruh, sedangkan di Kebun Percobaan (KP) Muneng, Probolinggo, Jawa Timur ubikayu yang ditanam pada musim kering mengalami serangan tungau merah dengan intensitas 54%, menyebabkan kehilangan hasil 25–54%. Hasil penelitian lain di rumah kaca menunjukkan bahwa serangan tungau merah dengan intensitas tinggi dapat menyebabkan kehilangan hasil hingga 95% (Indiati 1999).

Pengendalian hama tungau merah pada tanaman ubikayu hampir tidak pernah dilakukan, meskipun pengendalian dapat dilakukan dengan cara sederhana, seperti menyemprotkan air pada tanaman terserang. Upaya yang dilakukan untuk mencegah kehilangan hasil akibat serangan tungau merah adalah dengan menanam varietas tahan. Hasil penelitian Nukenine *et al.* (1999) menunjukkan bahwa varietas ubikayu yang toleran kekeringan terindikasi juga tahan terhadap tungau merah dan mempunyai kemampuan genetik untuk mempertahankan jumlah daun hijau sebanyak mungkin selama musim kering. Populasi tungau juga dipengaruhi oleh spesies tanaman inang. Spesies tanaman inang yang sesuai, dapat memacu perkembangan populasi tungau merah hingga menyebabkan kerusakan tanaman inang (Razmjou

et al. 2009). Tingkat kerusakan lebih tinggi terjadi pada daun yang tidak berbulu dibandingkan dengan daun yang berbulu (Reddal *et al.* 2011). Menurut Skorupska (2004), kepadatan bulu pada permukaan atas daun berkorelasi negatif dengan daya tetas tungau betina. Kerapatan bulu daun menentukan aktivitas pergerakan tungau. Pada tingkat kerapatan bulu rendah, aktivitas pergerakan tungau lebih tinggi dibandingkan pada kerapatan bulu yang tinggi (Warabieda 2003). Hasil penelitian Skorupska (2003) menyatakan bahwa faktor utama yang mempengaruhi ketahanan tanaman terhadap tungau merah adalah kandungan polipenol, morfologi, dan anatomi daun. Sementara itu hasil penelitian Widiarti (2012) menyatakan bahwa kelimpahan populasi *T. urticae* stadium telur, larva, dan nimfa tidak dipengaruhi oleh kultivar tanaman ubikayu, tetapi kelimpahan populasi stadium dewasa dipengaruhi oleh kultivar. Kelimpahan populasi *T. urticae* stadium dewasa tertinggi terjadi pada kultivar Gatotkaca dibandingkan kultivar Martapura, Antawi dan Palengka. Kelimpahan *T. urticae* stadium dewasa dipengaruhi oleh panjang dan kerapatan trikoma.

Bertolak dari pentingnya hama tungau merah, dan belum banyaknya penanganan hama tersebut di Indonesia, maka pengkajian tentang sebaran, biologi, gejala serangan dan tingkat kerugian, serta teknik pengendaliannya, akan sangat bermanfaat untuk pengembangan dan peningkatan produktivitas ubikayu di Indonesia.

DAERAH PENYEBARAN TUNGAU MERAH

Tungau merah berasal dari Eropa dan Asia, saat ini menyebar ke sebagian besar negara di dunia (Raworth *et al.* 2002) meliputi sebagian besar negara di Eropa, Asia, Afrika, Australia, Pasifik dan Kepulauan Karibia, Amerika Utara, Tengah dan Selatan (Gambar 1) (CABI 2015).

Tungau merah bergerak dengan cara merayap, penyebaran jarak jauh dibantu oleh angin dan aktifitas manusia. Tungau merah memiliki mekanisme penyebaran yang kompleks, yang mempengaruhi struktur populasi dan keragamannya menjadi kompleks (Sun *et al.* 2012).

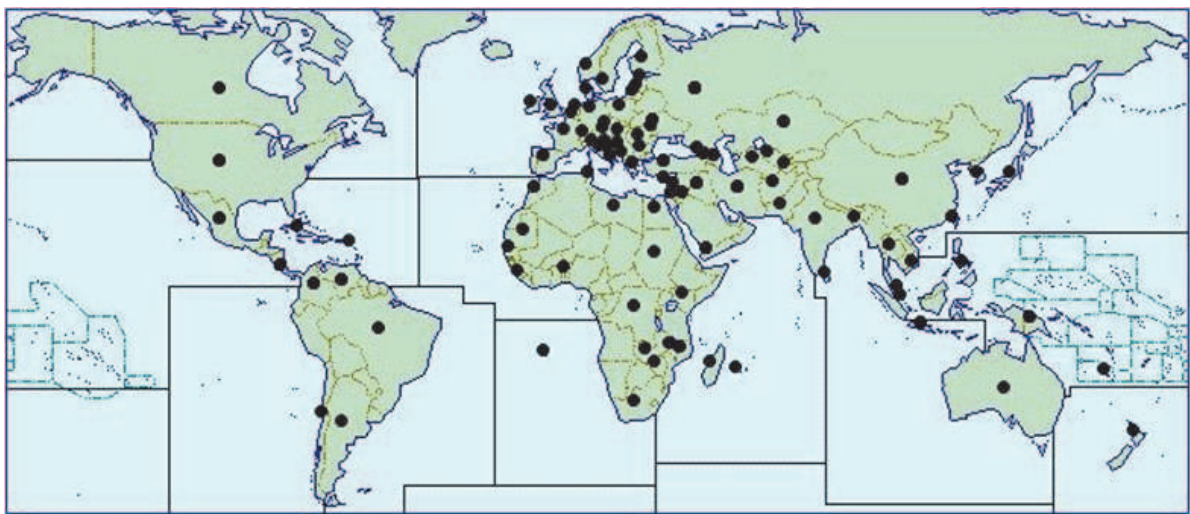
BIOLOGI TUNGAU MERAH

Tungau merah yang merupakan famili Tetranychidae terdiri dari dua spesies yaitu *Tetranychus urticae* dan *Tetranychus cinnabarius* (= *telarius*, *bimaculatus*) (Klashoven 1981). *T. urticae* memiliki tubuh berwarna hijau dengan bintik gelap pada setiap sisi belakang, sedangkan *T. cinnabarinus* memiliki tubuh

berwarna merah (Álvarez *et al.* 2012) (Gambar 2). Imago *T. cinnabarius* berukuran 0,5 mm dengan warna merah tua, serta dengan kaki dan mulut berwarna putih. *T. cinnabarinus* dianggap sebagai sinonim dari polimorfik *T. urticae* yang berwarna merah (Auger *et al.* 2013). Bentuk aktif dari betina hijau *T. urticae* mempunyai variasi warna antara hijau kekuningan (A), kekuningan (B), hingga hijau gelap pada betina dewasa (C); sedangkan variasi warna dari bentuk aktif betina merah mulai dari merah menyala (D),

merah tua (E), hingga merah gelap pada betina dewasa (F) (Gambar 3).

Tubuh tungau dibagi menjadi dua bagian yang berbeda: (1) gnathosoma dan (2) idiosoma. Gnathosoma mencakup bagian mulut, dan idiosoma mencakup sisa tubuh yang sejajar dengan kepala, dada dan perut serangga. Tungau merah betina memiliki tubuh berbentuk elips, dengan panjang 0,4 mm dan memiliki 12 pasang duri di punggung. Tungau merah jantan berbentuk elips dengan ujung ekor



Gambar 1. Peta sebaran tungau merah di dunia. tanda · menunjukkan daerah sebaran tungau merah (Sumber: CABI 2015).



Jantan dewasa (individu kecil)
dan betina dewasa

Tetranychus urticae (Sumber: Álvarez *et al.* 2012)



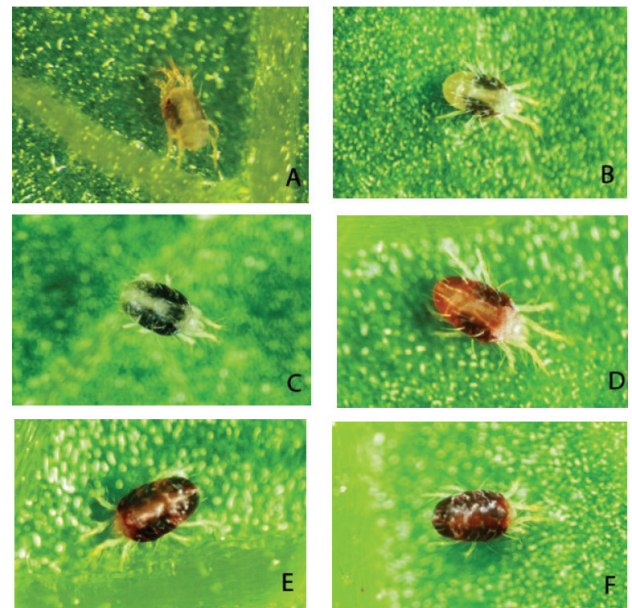
Betina

Jantan

Telur

Tetranychus cinnabarinus (Sumber: Cattlin 2012)

Gambar 2. Hama tungau *Tetranychus urticae* dan *Tetranychus cinnabarinus*.



Gambar 3. Variasi warna dari bentuk aktif betina hijau (A–C) dan betina merah (D–F) pada *T. urticae* (Sumber: Auger *et al.* 2013).

runcing dan ukurannya lebih kecil dari tungau betina (Fasulo dan Denmark 2010).

Perkembangan tungau agak berbeda antarjenis, dengan siklus hidup terdiri dari telur, nimfa, dan dewasa. Nimfa terdiri dari dua tahap yaitu protonymph dan deutonymph. Siklus hidup mulai dari telur hingga dewasa sangat bervariasi tergantung pada suhu. *T. urticae* dapat berkembang dan bereproduksi pada kisaran suhu yang lebar, dan suhu yang paling sesuai untuk perkembangan, kelangsungan hidup, dan reproduksi tungau adalah 27–30 °C. Ambang batas suhu terendah untuk menyelesaikan perkembangan *T. urticae* betina dan jantan masing-masing adalah 13,8 dan 12,1 °C (Riahi *et al.* 2013). Suhu juga mempengaruhi tingkat kesuburan betina dan rasio jenis kelamin. Kesuburan betina tertinggi dicapai pada suhu 30 °C, dengan produksi telur mencapai 156,8 telur/betina, dengan proporsi betina lebih banyak (El-Wahed dan El-Halawany 2012).

Perkembangan *T. urticae* dari telur hingga dewasa membutuhkan waktu antara 7–24 hari, mortalitas dewasa tertinggi pada musim dingin mencapai 78,70%. Pada musim gugur tungau merah betina mampu menghasilkan 88 telur dan pada musim panas menghasilkan 71 telur (Hoque *et al.* 2008). Tungau merah memiliki pertumbuhan populasi yang sangat cepat, waktu perkembangan singkat, tingkat kelahiran tinggi, dan kelangsungan hidup nimfanya panjang

(Clotuche *et al.* 2011). Hasil penelitian Mondal dan Ara (2006) menyatakan bahwa perkembangan dari telur ke nimfa, nimfa ke tahap dewasa masing-masing membutuhkan waktu $4,66 \pm 0,19$; $1,75 \pm 0,14$; $1,92 \pm 0,12$; dan $1,72 \pm 0,08$ hari. Lama perkembangan dari telur ke tahap dewasa adalah $10,15 \pm 0,16$ hari. Selama 16 hari, setiap betina mampu menghasilkan telur sebanyak $108,3 \pm 3,23$.

Pada kondisi suhu optimum (sekitar 80 °F), tungau menyelesaikan siklus hidupnya dalam waktu 5–20 hari. Betina dewasa hidup 2–4 minggu dan selama hidupnya mampu bertelur hingga ratusan butir. Telur menetas menjadi larva dengan tiga pasang kaki, larva berkembang menjadi nimfa dan dewasa dengan empat pasang kaki (Fasulo dan Denmark 2010).

Telur tungau merah berdiameter 0,14 mm terletak di bawah daun ubikayu, berbentuk bulat tidak berwarna, dan berubah menjadi seperti mutiara putih pada saat akan menetas (Gambar 4). Tungau muda mengeluarkan exoskeleton tiga kali sebelum menjadi dewasa (Hoover *et al.* 2002).

Nimfa jantan dan betina dewasa berbentuk oval dan umumnya berwarna kuning atau kehijauan. Terdapat satu atau lebih bintik-bintik gelap pada setiap sisi tubuhnya dan bagian atas perut bebas dari bintik-bintik (Gambar 4). Tungau dewasa mempunyai ukuran antara 0,25 mm hingga 0,5 mm.

Tungau betina dewasa dapat berhenti bereproduksi selama musim dingin, pada tahap ini warna berubah menjadi oranye terang (Gambar 5).

Tungau bereproduksi secara cepat pada cuaca panas dan populasi menjadi tinggi pada bulan Juni hingga September. Jika suhu dan persediaan makanan menguntungkan, satu generasi dapat diselesaikan dalam kurun waktu kurang dari seminggu. Tungau lebih suka kondisi panas, berdebu, dan biasa ditemukan pada tanaman yang berdekatan dengan jalan raya yang berdebu atau di pinggir kebun. Tanaman yang tercekam kekeringan lebih rentan terhadap tungau. Populasi tungau akan mengalami penurunan



Gambar 4. A. Telur tungau merah dan B tungau dewasa (Sumber: Clark 2000).



Gambar 5. Tungau betina pada kondisi tidak aktif (diapause) (Sumber: Clark 2000).

yang cepat pada akhir musim panas, ketika populasi predator tinggi, kondisi tanaman inang menjadi tidak menguntungkan, dan cuaca berubah dingin serta hujan (Godfrey 2011). Meskipun tungau merah lebih suka dengan kondisi panas, namun rentan terhadap radiasi ultra violet (UV), untuk menghindari efek buruk dari paparan langsung radiasi UV, hama ini tetap berada di bawah permukaan daun (Otsuka dan Osakabe 2009). Komponen radiasi UV yang dapat menyebabkan efek merusak adalah ultraviolet-B (UVB: panjang gelombang 280–315 nm), sedangkan ultraviolet-A (UVA: panjang gelombang 315–400 nm) tidak mempengaruhi kelangsungan hidup dan fekunditas dari *T. urticae* (Suzuki *et al.* 2009; Ohtsuka dan Osakabe 2009; Sakai dan Osakabe 2010).

Tungau merah (*Tetranychus urticae*) muncul pada musim kemarau, pada periode musim panas dan kering yang panjang mampu memintal benang-benang jaring (web) (Knapp *et al.* 2003). Menurut Wright *et al.* (2006), cuaca kering dan panas mendukung reproduksi dan kelangsungan hidup tungau merah, karena pada kondisi demikian pengendalian secara biologis oleh cendawan entomopatogen hampir tidak ada. Budianto dan Praktinyo (2009), menyatakan bahwa populasi tungau laba-laba (*T. urticae*) lebih tahan terhadap perubahan iklim termasuk pemanasan global dibandingkan tungau predatornya. Zundel *et al.* (2009) mengemukakan bahwa kondisi lingkungan seperti kelembaban udara yang rendah dan suhu yang tinggi akan menyebabkan terjadinya peningkatan populasi tungau hama dan menurunkan biodiversitas tungau predator.

Populasi tungau merah menurun pada awal musim hujan dan tetap pada tingkat yang sangat rendah di musim dingin. Suhu maksimum dan minimum memiliki korelasi nyata positif dengan serangan tungau (Meena *et al.* 2013). Pada kondisi yang tidak menguntungkan, tungau betina dewasa berada pada kondisi diam (diapause) yang disebabkan oleh periode penyinaran yang pendek, penurunan suhu dan suplai makanan yang tidak menguntungkan. Pada kondisi demikian, tungau betina dewasa berhenti makan dan bertelur, serta meninggalkan tanaman inang untuk bersembunyi di tempat-tempat yang terlindung, dan melanjutkan aktivitasnya di musim semi (CABI 2015).

GEJALA SERANGAN HAMA TUNGAU MERAH PADA UBIKAYU

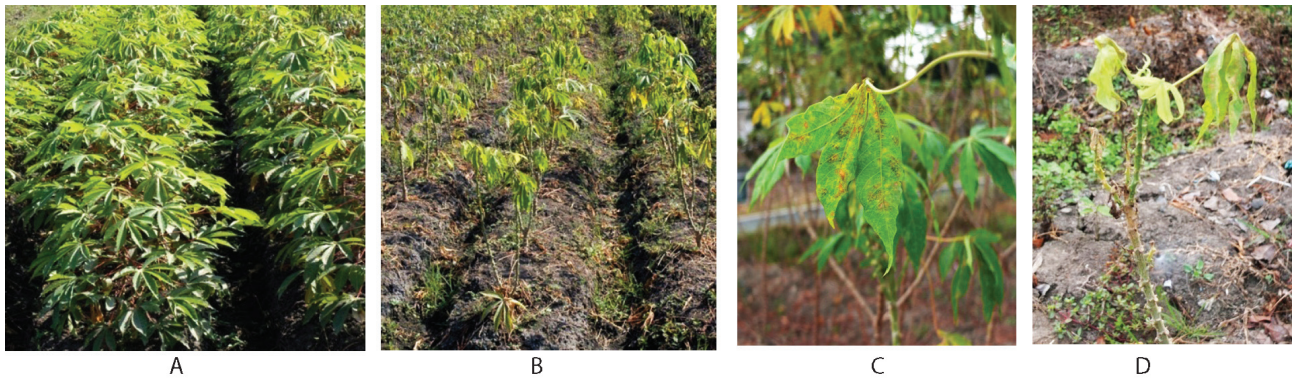
Tungau merah merusak sel-sel mesofil dan mengisap isi sel, termasuk klorofil. Daun terluka akibat serangan tungau merah mempunyai laju fotosintesis yang rendah, transpirasi meningkat, dan kadar klorofil rendah. Luka akibat serangan tungau merah menyebabkan bintik-bintik pada daun dan daun berubah

warna menjadi cokelat (Berry 2000). Meskipun luka yang disebabkan oleh individu tungau merah sangat kecil, namun apabila serangan disebabkan oleh ratusan atau ribuan tungau merah dapat menyebabkan ribuan luka, dengan demikian secara nyata dapat mengurangi kemampuan tanaman untuk berfotosintesis (Fasulo dan Denmark 2009).

Gejala awal dari serangan tungau merah adalah adanya bintik-bintik berwarna kuning pada bagian dasar daun, selanjutnya ke tulang daun utama. Pada saat populasi berkembang, tungau menyebar ke seluruh daun, termasuk permukaan atas daun, dan bintik-bintik kuning menyebar ke seluruh daun, yang menyebabkan daun berwarna kemerahan seperti karat. Pada serangan parah, daun bagian tengah dan bawah akan rontok, selanjutnya serangan mengarah ke bagian pucuk di mana tunas mengalami penyusutan ukuran dan banyak dijumpai adanya jaring warna putih menyelimuti daun pada sepertiga bagian atas tanaman, dan pada tahap ini dapat menyebabkan tanaman mati (Fasulo dan Denmark 2009). Kerusakan berat dapat menyebabkan daun kering dan luruh (Abdel-Wali *et al.* 2012). Gejala serangan tungau merah pada tanaman ubikayu disajikan pada Gambar 6.

Serangan tungau merah dapat menyebabkan kehilangan hasil secara nyata pada banyak tanaman dengan nilai ekonomis tinggi, seperti sayuran dan pohon buah-buahan (Salman 2007), tanaman hias dan agronomi di seluruh dunia (James dan Price 2002). Serangan tungau merah dapat menyebabkan perubahan morfologi dan biokimia daun, serta komposisi buah (Sivretepe *et al.* 2009; Farouk dan Osman 2012). Tungau merah dan tungau hijau menyebabkan kerusakan parah pada seluruh varietas ubikayu di Sierra Leone, menyebabkan klorosis dan kehilangan area fotosintesis hingga 90%, serta defoliasi (James 1998). Bellotti (2002), menyatakan bahwa penurunan hasil ubikayu akibat serangan hama tungau merah mencapai 60%. Serangan parah mengakibatkan kematian tanaman, tergantung pada durasi serangan dan umur tanaman (Rodriguez 1979).

Kerusakan tanaman ubikayu yang disebabkan oleh hama tungau *T. urticae* pada tahun 2010 mengalami peningkatan hampir merata di seluruh wilayah Indonesia seiring dengan adanya perubahan iklim berupa pemanasan global (Budianto dan Munadjat 2012). Populasi *T. urticae* yang tinggi menurut Budianto dan Praktinyo (2009) disebabkan karena hama tersebut lebih tahan terhadap perubahan iklim termasuk pemanasan global dibandingkan predatornya. Hasil penelitian Indiaty (2011) menyatakan bahwa pada periode sebelum tahun 2010, penanaman ubikayu di Lampung pada bulan Februari hingga Juni mengalami



Gambar 6. Serangan hama tungau merah (*Tetranychus urticae*) pada ubikayu: (A) tanaman sehat, (B) tanaman terserang dengan tingkat serangan sedang, (C) daun terserang, dan (D) tanaman terserang dengan tingkat serangan sangat berat di KP Kendalpayak. Sumber: koleksi pribadi.

serangan tungau merah dengan intensitas tinggi, menyebabkan semua daun rontok, sedangkan di Kebun Percobaan (KP) Muneng, Probolinggo, Jawa Timur, ubikayu yang ditanam pada musim kering mengalami serangan tungau merah dengan intensitas 54% dengan tingkat kehilangan hasil 25–54%. Hasil penelitian Yuliawati (2009) menunjukkan bahwa serangan hama tungau merah (*T. urticae*) di Kecamatan Ciemas-Sukabumi mencapai 75% sedang di Kecamatan Darmaga (Bogor) hanya mencapai 38%. Intensitas serangan hama tungau merah yang tinggi pada pertanaman ubikayu di rumah kaca dapat menyebabkan kehilangan hasil hingga 95% (Indiati 1999).

Flechtmann dan Moraes (2008), menyatakan bahwa serangan tungau terutama terjadi pada titik tumbuh dan tunas, yang parah menyebabkan pembentukan daun berkurang, pengurangan ruas dan mengurangi produktivitas tanaman, serta mempengaruhi kuantitas dan kualitas bahan tanam.

PENGENDALIAN TUNGAU MERAH

Pengendalian secara Biologi

Pengendalian secara biologi dapat dilakukan dengan memanfaatkan musuh alami (predator) yang ada di alam. Keberadaan predator sangat penting dalam mengatur populasi tungau, sehingga keberadaannya harus dilindungi. Menurut Pickel *et al.* (2014), populasi predator di lapangan dikategorikan menjadi tiga, yaitu: rendah (predator sulit dijumpai, pada setiap enam daun dijumpai kurang dari satu predator), sedang (predator mudah dijumpai, setiap tiga daun dijumpai satu predator), dan tinggi (pada setiap daun dijumpai satu atau lebih predator).

Terdapat beberapa tungau predator yang dinilai efektif untuk mengendalikan *T. urticae* (Rhodes dan Liburd, 2006; Fraulo dan Liburd, 2007; Cakmak *et*

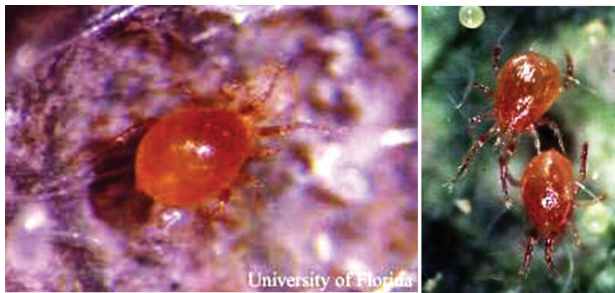
al. 2009). Tungau predator dapat dibedakan dengan tungau laba-laba dari kakinya, yaitu sepasang kaki depan lebih maju, lebih aktif dan bergerak dengan cepat, warnanya lebih merah atau oranye (Osborne 1999). Terdapat 32 jenis predator yang telah dilaporkan menyerang tungau. Predator tungau yang paling penting adalah (1) Oligota minuta untuk *Mononychellus tanajoa*, (2) *Stethorus tridens* untuk *T. urticae* dan *T. cinnabarinus*, dan (3) Phytoseiidae. Terdapat 30 jenis predator dari keluarga Phytoseiidae yang menyerang tungau pada ubikayu (Belloty *et al.* 1986).

Musuh alami yang sering membatasi populasi *T. urticae* di antaranya genus *Amblyseius*, *Metaseiulus*, dan *Phytoseiulus*; *Stethorus*; *Orius* (Gambar 7); Thrips, Lepto Thrips; dan larva Lacewing, Chrysopa. Yanagita *et al.* (2014) melaporkan bahwa *Scolothrips takahashii* merupakan thrip predator yang dapat digunakan sebagai agen hayati yang efektif terhadap *T. urticae* pada tanaman *strawberry*. Predator lainnya seperti *Orius minutus* (Fathi 2013), *Coccinella septempunctata* (Sirvi dan Singh 2014), *Stethorus gilvifrons* (Ahmad *et al.* 2010), dan *Stethorus punctillum* (Gorski dan Eajfer 2003) dinilai sebagai agen hayati yang potensial. Di Amerika Serikat terdapat lima jenis tungau predator yang tersedia secara komersial, yaitu: *Phytoseiulus persimilis* (Gambar 8), *Mesoseiulus longipes*, *Neoseiulus californicus*, *Galendromus occidentalis* (Gambar 9) dan *Amblyseius fallicus*. Hasil penelitian Fiaboe *et al.* (2006); Furtado *et al.* (2006), dan Furtado *et al.* (2007) menyatakan bahwa pengendalian *T. urticae* dengan menggunakan predator Phytoseiidae dinilai tidak efektif. Hal itu disebabkan perkembangan dari Phytoseiidae lebih lambat daripada perkembangan tungau merah, sehingga predator tidak mampu memangsa tungau merah.

Feltiella acarisuga (Gambar 10) merupakan salah satu predator yang mempunyai daya mangsa tinggi. Kemampuan *F. acarisuga* memangsa tungau merah



Gambar 7. Larva *Orius insidiosus* (Say), merupakan predator bagi tungau merah (Price dalam Fasulo dan Denmark 2010).



Gambar 8. *Phytoseiulus persimilis* dewasa, merupakan predator tungau merah (Price dalam Fasulo dan Denmark 2010).



Gambar 9. *Galendromus occidentalis* merupakan predator tungau merah (Price dalam Fasulo dan Denmark 2010).



Gambar 10. *Feltiella acarisuga* predator tungau merah (Sumber: David R. Gillespie, Agassiz dalam Osborne et al. 2012).

lebih tinggi dibandingkan dengan *Neoseiulus californicus* dan *Amblyseius swirskii*. Larva *F. acarisuga* mempunyai kemampuan memakan telur tungau merah sebanyak 50 telur/hari, diikuti *N. californicus* sebanyak 25,6 telur/hari, dan *A. swirskii* sebanyak 15,1 telur/hari. *N. californicus* betina mampu memproduksi telur lebih banyak dibandingkan dengan *A. swirskii* betina (Xiao et al. 2013).

Pengendalian *T. urticae* secara hayati dapat terganggu dengan adanya pemanasan global berupa penurunan interaksi antara predator dengan mangsanya dan menurunnya laju predasi yang berakibat pada menurunnya laju reproduksi tungau predator (Vucic-Pestic et al. 2010).

Pengendalian dengan Cara Kultur Teknis

Tungau mempunyai inang yang cukup banyak, sehingga dalam budidaya ubikayu harus bebas dari gulma yang dapat berfungsi sebagai inang tungau. Bahan tanam/stek yang digunakan harus bebas dari tungau, baik telur, larva, nimfa, maupun tungau dewasa, atau kultivar tahan. Hasil penelitian Widiarti (2012), menunjukkan bahwa kultivar tanaman singkong berpengaruh terhadap populasi tungau merah stadium dewasa. Kelimpahan populasi *T. urticae* stadium dewasa paling melimpah pada kultivar Gatotkaca dibandingkan dengan kultivar Martapura, Antawi maupun Palangka. Panjang dan kerapatan trikoma juga sangat berpengaruh terhadap kelimpahan *T. urticae* stadium dewasa. Penelitian WeiXU et al. (2009) menyimpulkan bahwa ketahanan varietas ubikayu terhadap *T. urticae* berbeda. Varietas SC 7 dan SC 8 memiliki ketahanan terbaik, diikuti SC 5, SC 10, Nanzhi 199, dan SC 6. Ketahanan terhadap *T. urticae* berhubungan dengan warna dan tekstur daun. Varietas ubikayu yang warna daun hijau gelap dan lapisan lilin tebal menunjukkan ketahanan lebih baik, dan varietas dengan warna hijau terang dan tanpa lapisan lilin menunjukkan ketahanan yang lemah.

Selain memilih bahan tanam, pengairan juga merupakan salah satu cara untuk mengendalikan populasi tungau merah. Tanaman ubikayu yang terserang tungau merah diairi (digenangi) selama 30 menit, disemprot dengan air menggunakan tekanan yang kuat dapat mengendalikan populasi tungau merah. Menurut Godfrey (2011), irigasi yang memadai merupakan cara yang penting untuk mengendalikan populasi tungau, karena tanaman yang tercekam kekeringan mudah terserang tungau. Tanaman terserang dicabut dan dibakar untuk menghindari penyebaran tungau yang lebih luas.

Tanaman yang segar jauh lebih toleran terhadap serangan tungau daripada tanaman yang tercekam. Serangan tungau merah dapat diantisipasi melalui

pemeliharaan tanaman dengan irigasi yang optimal dan pemupukan, mengurangi kondisi berdebu di kebun melalui penyiraman dan mempertahankan penutup tanah, terutama pada musim panas untuk mencegah tungau naik ke pertanaman (Pickel *et al.* 2014).

Pengendalian dengan Cara Kimia

Tungau merah mempunyai kemampuan untuk mengembangkan ketahanan terhadap pestisida (Van Leeuwen *et al.* 2010). Pengendalian kimia sering menyebabkan resistansi silang yang luas di dalam dan di antara kelas pestisida, sehingga menyebabkan resistensi terhadap pestisida yang baru dalam kurun waktu 2–4 tahun. Banyak aspek biologi tungau merah yang menyebabkan terjadinya perubahan resistensi yang cepat terhadap pestisida, di antaranya perkembangan yang pesat, daya tetas tinggi, dan penentuan seks haplodiploid. Pengendalian tungau multi-resisten terhadap pestisida menjadi semakin sulit dengan terbatasnya pemahaman dasar genetik resistensi (Khajehali *et al.* 2011).

Pengendalian secara kimia, dilakukan melalui pemantauan terhadap populasi tungau merah dan pemilihan insektisida yang digunakan harus tepat, karena kesalahan pemilihan dan penggunaan insektisida dapat menyebabkan kematian pada musuh alami. Berdasarkan pemantauan jumlah tungau di daun, dapat ditentukan kriterianya (Pickel *et al.* 2014), sebagai berikut.

- (1) rendah (1–20%); apabila jumlah tungau di daun sangat sedikit, sehingga sulit untuk ditemukan,
- (2) agak rendah (21–39%); apabila tungau lebih mudah dijumpai di daun, tetapi tidak ada koloni atau anyaman, dijumpai beberapa butir telur,
- (3) sedang (40–60%); apabila beberapa daun tanpa tungau, daun lain dengan koloni kecil; telur mudah dijumpai tetapi web sangat sedikit,
- (4) agak tinggi (61–79%); apabila tungau, koloni dengan telur, dan web dijumpai di beberapa daun, dan
- (5) tinggi (80–100%); apabila dijumpai banyak tungau, telur dan web berlimpah pada kebanyakan daun.

Penggunaan insektisida dalam spektrum luas sering menyebabkan predator tungau mati, dan berakibat

pada munculnya wabah tungau, sehingga penggunaan pestisida perlu dihindari. Semprotan air, minyak, insektisida, atau sabun dapat digunakan untuk pengendalian tungau merah. Sebelum melakukan penyemprotan, pemantauan tingkat populasi tungau harus dilakukan (Godfrey 2011).

Aplikasi insektisida dalam pengendalian tungau merah harus memperhatikan cara penyemprotan. Cakupan yang luas dari penyemprotan sangat penting ketika melakukan aplikasi *miticides*, bagian bawah daun harus menjadi target penyemprotan supaya terjadi kontak antara insektisida yang diaplikasikan dengan tungau sebanyak mungkin, karena sisi bawah daun merupakan tempat berkumpulnya tungau merah. Aplikasi insektisida dilakukan pada interval 5–10 hari. Telur tungau yang belum menetas tidak terpengaruh oleh sebagian *miticides*; hal yang sama kemungkinan juga terjadi pada larva dan nimfa yang mengalami pergantian kulit (*molting*). Selama *molting*, tungau tetap tidak aktif di bawah bekas kulit yang berfungsi sebagai penghalang terhadap insektisida. Pada fase ini tungau juga tidak makan, yang menyebabkan insektisida yang bersifat sistemik tidak berpengaruh. Apabila aplikasi hanya dilakukan sekali, maka tungau dapat bertahan hidup (Potter 2013).

Pengendalian hama tungau merah dapat dilakukan dengan aplikasi akarisida seperti Challenger, Ortus, Vertimec dan Delmite, karena efek samping terhadap predator lebih rendah atau bahkan dapat diabaikan (El-Ela 2014). Pada penelitian lain, menyatakan bahwa penerapan beberapa akarisida dapat mengurangi populasi *T. urticae* di lapangan secara drastis (Hossain *et al.* 2006).

Pengendalian tungau merah saat intensitas serangan ringan hingga sedang dengan menggunakan dikofol 2 ml/l mampu menekan serangan sebesar 90,83–98,62%, sedang pengendalian pada intensitas serangan sedang hingga tinggi hanya mampu menekan tingkat serangan sebesar 18,40–62,48% (Tabel 1). Pengendalian terhadap tungau merah meningkatkan hasil umbi dari 22,56 t/ha menjadi 26,96 t/ha (Tabel 2) (Indiati 2012).

Serangan tungau merah pada pertanaman ubikayu di Indonesia hampir tidak pernah dikendalikan.

Tabel 1. Intensitas serangan tungau merah pada 15 klon/varietas ubikayu. Jatisari, Malang.

Klon/ varietas	Intensitas serangan pada 5 BST (%)		Intensitas serangan pada 6 BST (%)		Pengurangan tingkat serangan*) (%)	
	P0	P1	P0	P1	5 BST	6 BST
CMM 03013-11	21,7 g	0,3 h	56,3 a	22,5 efg	98,62	60,04
OMM 9076	34,9 b	1,1 h	50,8 a	34,0 cde	96,85	33,07
Adira 1	25,0 defg	1,5 h	39,2 bc	22,4 efg	94,00	42,86
CMM 03009-6	22,6 fg	1,0 h	53,7 a	21,3 g	95,58	60,34
Adira 4	20,8 g	0,3 h	54,8 a	20,9 g	98,56	61,86
CMM 03094-13	25,1defg	0,9 h	51,6 a	21,3 g	96,41	58,72
CMM 03097-11	30,3 bcd	0,7 h	51,2 a	29,3 cdefg	97,69	42,77
CMM 03037-6	35,7 b	1,6 h	46,2 ab	33,6 cdef	95,52	27,27
Malang 6	27,9 cdef	2,7 h	58,1 a	21,8 fg	90,32	62,48
CMM 03018-10	47,3 a	0,9 h	37,5 bcd	30,6 cdefg	98,10	18,40
CMM 03001-10	20,5 g	0,5 h	48,8 ab	22,6 efg	97,56	53,69
CMM 03094-12	29,5 bcde	1,1 h	47,5 ab	26,7 defg	96,27	43,79
UJ 5	33,8 bc	3,1 h	52,4 a	30,4 cdefg	90,83	41,98
M4-p	23,5 efg	1,1 h	33,5 cdef	22,4 efg	95,32	33,13
UJ 3	34,6 b	1,6 h	50,8 a	31,9 cdefg	95,38	37,20
Rata-rata	28,9	1,2	48,8	26,1	95,80	45,17
BNT 5%	16,29		10,21			

P0 = tanpa pengendalian; P1 = dengan pengendalian; BST = Bulan Setelah Tanam, *) Pengurangan tingkat serangan akibat pengendalian, BNT: Beda Nyata terkecil. Angka selanjut yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji 0,05.

(Sumber: Indiaty 2012).

Tabel 2. Pengaruh pengendalian tungau merah terhadap hasil umbi 15 klon/varietas ubikayu.

Klon/varietas	Hasil umbi (t/ha)	
	P0	P1
CMM 03013-11	22,80	21,60
OMM 9076	28,68	32,64
Adira 1	19,32	30,72
CMM 03009-6	25,80	35,76
Adira 4	23,88	25,20
CMM 03094-13	24,00	23,64
CMM 03097-11	15,72	25,68
CMM 03037-6	26,76	28,68
Malang 6	26,04	31,08
CMM 03018-10	23,16	26,22
CMM 03001-10	15,72	25,56
CMM 03094-12	20,88	17,28
UJ 5	17,76	27,12
M4-p	24,48	30,96
UJ 3	23,52	22,26
Rata-rata	22,56 a	26,96 b
BNT 5%	4,12	

P0 = tanpa pengendalian; P1 = dengan pengendalian menggunakan dikofol 2 ml/l; BNT : Beda Nyata terkecil

Sumber: Indiaty 2012.

KESIMPULAN

Kerusakan tanaman ubikayu oleh hama tungau merah *T. urticae* mengalami peningkatan seiring dengan adanya perubahan iklim berupa pemanasan global yang menyebabkan peningkatan suhu. Cuaca kering dan panas mendukung reproduksi dan kelangsungan hidup tungau merah. Serangan tungau merah pada tanaman ubikayu menyebabkan klorosis dan kehilangan area fotosintesis hingga 90%, defoliasi, serta menyebabkan penurunan hasil 60–90%, bahkan serangan yang parah dapat mengakibatkan kematian tanaman, bergantung pada intensitas serangan, lama serangan dan umur tanaman. Pengendalian tungau merah pada tanaman ubikayu dapat dilakukan melalui kultur teknis, biologis, dan kimia. Pengendalian secara kultur teknis dilakukan melalui penanaman varietas tahan, pemupukan, dan pengairan. Pengendalian secara biologis dilakukan dengan mengendalikan musuh alami (predator) antara lain: genus *Amblyseius*, *Metaseiulus*, *Phytoseiulus*, *Stethorus*, dan *Orius*. Pengendalian secara kimiawi dilakukan dengan aplikasi insektisida.

Penanaman varietas unggul ubikayu yang toleran tungau merah dapat meminimalisir dampak serangan hama tungau merah.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdel-Wali, M., T. Mustafa, dan M. Al-Lala. 2012. Residual toxicity of abamectin, milbemectin dan chlorfenapyr to different populations of two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch, (Acari: Tetranychidae) on cucumber in Jordan. *World J. Agric. Sci.* 8(2): 174–178.
- Ahmad M., Mofleh M., and Haloum M, 2010. The efficiency of the predator *Stethorus gilvifrons* Mulsant to control the two spotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch in greenhouse eggplant. *Arab J. of Plant Prot.* 28(2):169–174. http://www.asplantprotection.org/PDF/AJPP/28-2_2010/169-174.pdf [8 October 2015].
- Altincicek B., J.L. Kovacs, & N.M. Gerardo. 2011. Horizontally transferred fungal carotenoid genes in the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae*. *Biology Letters* 8(2): 253–257. doi:10.1098/rsbl.2011.0704. PMC 3297373. PMID 21920958. [27 Juli 2015].
- Álvarez E., A. Bellotti, Lee Calvert, B. Arias, L. F. Cadavid, B. Pineda, G. Llano, and M. Cuervo. 2012. Practical Handbook for managing cassava diseases, pest, and nutritional disorders. CIAT. CTA. Cali. Colombia. 122p.
- Auger, P., A. Migeon, E.A. Ueckermann, L. Tiedl, and M. Navajas. 2013. Evidence for synonymy between *Tetranychus urticae* and *Tetranychus cinnabarinus* (Acari, Prostigmata, Tetranychidae): Review and new data. *Acarologia* 53(4): 383–415.
- Bellotti A.C. 2002. Arthropod Pests. pp. 209–234. In Hillock R.J, J.M. Thresh and A.C. Bellotti. Eds. *Pest Cassava: Biology, Production and Utilization*. CAB International.
- Belloy, A.C., J.A. Reyes, and J.M. Guerrero. 1986. *Cassava Mite and Their Control*. CIAT. Cali. Colombia.
- Budianto B.H. dan H. Pratiknyo. 2009. Faktor kunci dan strategi pelepasan *Phytoseius crinitus* Swirski Et Schebter dalam pengendalian *Tetranychus urticae* pada tanaman singkong (*Manihot esculenta*). Laporan Penelitian RUSNAS, Unsoed, Purwokerto.
- Budianto, B.H. dan A. Munadjat. 2012. Kemampuan produksi tungau predator famili Phytoseiidae pada berbagai kepadatan *Tetranychus urticae* dan polen tanaman di sekitar tanaman singkong (*Manihot esculenta* Cranz). *Jurnal HPT Tropika*. 12(2):129–137.
- CABI [Cookies on Invasive Species Compendium]. 2015. *Tetranychus urticae* (two-spotted spider mite). <http://www.cabi.org/isc/datasheet/53366> [26 Oktober 2015].
- Cakmak, I., A. Janssen, W.M. Sabelis, and H. Baspinar. 2009. Biological control of an acarine pest by single and multiple natural enemies. *Biological Control*. 50:60–65 (8 Sept. 2015).
- Cattlin, N. 2012. Stock Photo - Carmine spider mites (*Tetranychus cinnabarinus*) female, male and egg on a rose leaf. <http://www.alamy.com/stock-photo-carmine-spider-mites-tetranychus-cinnabarinus-female-male-and-egg-49319253.html> [29 April 2016].
- Clark, J.K. 2000. UC Statewide IPM Project. University of California <http://www.ipm.ucdavis.edu/PMG/PESTNOTES/pn7405.html> [8 Sept.2015].
- Clotuche, G., A.C. Mailleux, A.A. Fernandez, A.A., J.L.Deneubourg, and C.Detrain. 2011. The formation of collective silk balls in the spider mite *Tetranychus urticae* Koch. *Plos One* 6(4):804–1817.
- El-Ela A.A.A. 2014. Efficacy of five acaricides against the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch and their side effects on some natural enemies. *The J. of Basic & Appl. Zool.* 67(1): 13–18.
- El-Wahed, N.M.A. and A.S. El-Halawany. 2012. Effect of temperature degrees on the biology and life table parameters of *Tetranychus urticae* Koch on two pear varieties. *Egypt. Acad. J. Biolog. Sci.*, 4(1): 103–109.
- Ezekiel A.A., S.O. Olawuyi, M.O. Ganiyu, I.K. Ojedokun, and S.A. Adeyemo. 2012. Effects of climate change on cassava productivity in Ilesha -East local government area, Osun State, Nigeria. *British J. of Arts and Social Sci.* 10(II): 153–162. <http://www.bjournal.co.uk/BJASS.aspx>.
- Farouk, S. and M.A. Osman, M.A. 2012. Alleviation of oxidative stress induced by spider mite invasion through application of elicitors in bean plants. *Egyptian J. of Bio.*, 14: 1–13.
- Fasulo, T.R. and H. A. Denmark. 2010. Twospotted Spider Mite, *Tetranychus urticae* Koch (Arachnida: Acari: Tetranychidae) <https://edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/IN/IN30700.pdf> [15 Sept.2015].
- Fathi, S.A.A. 2013. Efficiency of Orius minutus for control of *Tetranychus urticae* on selected potato cultivars. *Biocontrol Sci. and Tech.* 24(8): 936–949 <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09583157.2014.904842>? (9 Okt. 2015).
- Fiaboe, K.K.M., R.L. Fonseca, G.J. Moraes, C.K.P.O. Ogol, and M. Knapp. 2006. Identification of priority areas in South America for exploration of natural enemies for classical biological control of *Tetranychus evansi* (Acari: Tetranychidae) in Africa. *Biol. Control*. 38: 373–379.
- Fraulo, A.B. and O.E. Liburd. 2007. Biological control of twospotted spider mite, *Tetranychus urticae*, with predatory mite, *Neoseiulus californicus* in strawberries. *Exp Appl Acarol.* 43:109–119. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17924197> [15 Sept. 2015].

- Furtado, I.P., G.J. Moraes, S. Kreiter, and M. Knapp. 2006. Search for effective natural enemies of *Tetranychus evansi* Baker & Pritchard in south and southeast Brazil. *Exp. Appl. Acarol.* 40:157–174.
- Furtado, I.P., S. Toledo, G.J. Moraes, S. Kreiter, and M. Knapp. 2007. Search for effective natural enemies of *Tetranychus evansi* (Acari: Tetranychidae) in northwest Argentina. *Exp. Appl. Acarol.* 43: 121–127.
- Godfrey, L.D. 2011. Spider mite. Integrated Pest Management for Home Gardeners and Landscape Professionals. Uni. of California. 4p. <http://www.ipm.ucdavis.edu/PDF/Pestnotes/pnspidermites.pdf> [8 Sept. 2015].
- Gorski, R. and B. Eajfer. 2003. Control of red spider mite on indoor crops using the lady bird *Stethorus punctillum*. *Ochron Roslin.* 47(1): 10–11. <http://www.eurekamag.com/research/003/.../003694222.php> [1 Okt. 2015].
- Guanilo A.D., C.H.W. Flechtmann, and G.J.D. Moraes. 2008. Two new species of *Tetranychus* *dufour* (Acari: Tetranychidae) from Peru. *Internat. J. of Acarology*, 34: 293–300.
- Hoover, G.A. 2002. Twospotted Spider Mite. Penn State College. <http://ento.psu.edu/extension/factsheets/twospotted-spider-mite> [8 Sept. 2015].
- Hoque M.F., W. Islam, and M. Khalequzzaman. 2008. Life tables of two spotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch. (Acari: Tetranychidae) and its predator *Phytoseiulus persimilis* athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae). *J.Bio-Sci.* 16: 1–10.
- Hossain S., M.M. Haque, and N. Naher. 2006. Control of two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) by some selected chemicals. *Univ. J. Zool. Rajshahi Univ.* 25: 15–18.
- Indiati, S.W. 1999. Status tungau merah pada tanaman ubikayu. p. 122–126. *Dalam Pemberdayaan tepung ubijalar sebagai substitusi terigu, dan potensi kacang-kacangan untuk pengayaan kualitas pangan.* A.A. Rahmianna (Ed.). Edisi Khusus Balitkabi No. 15-1999.
- Indiati, S.W. 2011. Serangan hama tungau merah, *Tetranychus urticae* pada beberapa varietas ubikayu. Makalah disampaikan pada Seminar di BPTP Lampung. Bandar Lampung. 5 April 2011. 10 p.
- Indiati, S.W. 2012. Ketahanan varietas/klon ubikayu umur genjah terhadap tungau merah. *J. Penelitian Pertanian Tanaman Pangan.* 31(1): 53–59.
- James, B.D. 1998. Tetranychid mites on cassava in Sierra Leone. *Science. Internat. J. of Trop. Insect Sci.* 9(2):243–247.
- James, D.G. and T.S. Price. 2002. Fecundity in two-spotted spider mite (Acari: Tetranychidae) increased by direct and systemic exposure to imidacloprid. *J. Econ. Entomol.* 95(4): 729–732.
- Khajehali, J., P. Van Nieuwenhuyse, P. Demaeght, L. Tirry, and T. Van Leeuwen. 2011. Acaricide resistance and resistance mechanisms in *Tetranychus urticae* populations from rose greenhouses in the Netherlands. *Pest Manag. Sci.* 67:1424–1433. [5 Jan. 2016].
- Knapp, M., B. Wagner, and M. Navajas. 2003. Molecular discrimination between the spider mite *Tetranychus evansi* Baker & Pritchard, an important pest of tomatoes in southern Africa, and the closely related species *T. urticae* Koch (Acarina: Tetranychidae). *Afr. Entomol.* 11:300–304.
- Klashoven, L.G.E. 1981. The pest of crops in Indonesia. PT Ichtiar Baru. Jakarta. 701 p.
- Meena, N.K., Rampal, D. Barman, and R.P. Medhi. 2013. Biology and seasonal abundance of the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae*, on orchids and rose. *Phytoparasitica.* 41(5): 597–609.
- Mondal, M. and N. Ara. 2006. Biology and fecundity of the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) under laboratory condition. *J. Life Earth Sci.* 1(2):43–47. <http://www.ru.ac.bd/flife/7.pdf> [18 Sept. 2015].
- Naher N., W. Islam, and M.M. Haque. 2006. Predation of three predators on two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *J. Life Earth Sci.* 1(1): 1–4.
- Nukenine E.N., A.G.O. Dixon, A.T. Hassan, and J.A.N. Asiwe. 1999. Evaluation of cassava cultivars for canopy retention and its relationship with field resistance to green spider mite. *African Crop. Sci.* 7(1): 47–57.
- Ohtsuka, K. And Mh.Osakabe. 2009. Deleterious effects of UV-B radiation on herbivorous spider mites: they can avoid it by remaining on lower leaf surfaces. *Environ Entomol.* 38: 920–929.
- Osborne, L.S., L.E. Ehler, and J.R. Nechols. 1999. Biological Control of the two spotted spider mite in greenhouses. *Univ. of Florida Bull.* 853. <http://www.mrec.ifas.ufl.edu/lso/SpMite/b853a1.htm> [15 Sept. 2015].
- Osborne, R.S., N. Leppla, and L.S. Osborne. 2012. Common name: predatory gall midge (unofficial common name). Scientific name: *Feltiella acarisuga* (Vallot) (Insecta: Diptera: Cecidomyiidae). http://entnemdept.ufl.edu/creatures/beneficial/f_acarisuga.htm [7 Okt. 2015].
- Pickel, C., F.J.A. Niederholzer, W.H. Olson, F.G. Zalom, R.P. Buchner, W.H. Krueger, and W.O. Reil. 2014. UC IPM Pest Management Guidelines: Prune: Webspinning spider mites. Agriculture and Natural Resources, Univ. of California. <http://www.ipm.ucdavis.edu/PMG/r606400411.html> [26 Okt 2015].
- Potter M.F. 2013. Spider mites on lanscape plants. ENTFACT-438. University of Kentucky College of

- Agriculture. <http://www2.ca.uky.edu/entomology/entfacts/ef438.asp> [23 Okt 2015].
- Raworth, D.A., D.R. Gillespie, M. Roy, and H. M. A. Thistlewood. 2002. *Tetranychus urticae* Koch, twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae). In Peter G. Mason & John Theodore Huber. Biological Control Programmes in Canada, 1981–2000. CAB Internat. pp. 259–265.
- Razmjou, J., H. Tavakkoli, and M. Nemati. 2009. Life history traits of *Tetranychus urticae* Koch on three legumes (Acari: Tetranychidae). *Munis Entomology & Zoology*. 4(1):204–211.
- Reddall, A.A., V.O.Sadras, L.J. Wilson, and P.C. Gregg. 2011. Contradictions in host plant resistance to pests: spider mite (*Tetranychus urticae* Koch) behaviour undermines the potential resistance of smooth-leaved cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Pest Manag Sci*. 67(3):360–9. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21308962> [30 Juli 2015].
- Rhodes, E.M. and O.E. Liburd. 2006. Evaluation of predatory mites and acramite for control of two-spotted spider mites in strawberries in North Central Florida. *J. of Econ. Entomol*. 99:1291–1298. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16937684> [7 Okt. 2015].
- Riahi, E., P. Shishehbor, A.R. Nemati, and Z. Saeidi. 2013. Temperature effects on development and life table parameters of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *J. Agr. Sci. Tech.* (2013) Vol. 15: 661–672. http://jast.modares.ac.ir/pdf_4988_0d31ccde864aae6f54f164ad08b8b087.html [13 April 2016].
- Rodriguez, J.G. 1979. Recent Advances in Acarology Vol 1. Academic Press. London.
- Sakai, Y. and Mh. Osakabe. 2010. Spectrum-specific damage and solar ultraviolet radiation avoidance in the two-spotted spider mite. *Photochem Photobiol*. 86:925–932.
- Salman, M.S. 2007. Comparative toxicological studies of certain acaricides on two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch and its predator *Stethorus gilvifrons* Mulsant. Ph.D. Thesis, Plant Protection Depart. Fac. of Agriculture, Suez Canal University. http://www.eulc.edu.eg/eulc_v5/Libraries/Thesis/BrowseThesisPages.aspx? [11 Sept. 2015].
- Sharma, A. and P.K. Pati. 2012. First record of the carmine spider mite, *Tetranychus urticae*, infesting *Withania somnifera* in India. *J. of Insect Sci*. 12:50. doi:10.1673/031.012.5001. [11 Sept. 2015].
- Sirvi, S.L. and R.N. Singh. 2014. Biology and predation potential of *Coccinella septempunctata* L. against *Tetranychus urticae* (Koch). *Indian J. of Entomol*. 76(1): 25–28. <http://www.indianjournals.com/ijor.aspx?> [5 Okt 2015].
- Skorupska, A. 2004. Resistance of apple cultivars to two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acarina, Tetranychidae) Part I. Bionomy of two-spotted spider mite on selected cultivars of apple trees. *J. of Plant Protect. Res*. 44 (1):75–80. http://www.plantprotection.pl/PDF/44%281%29/JPPR%2044%281%29_10.pdf [30 Juli 2015].
- Sun Jing-Tao, C. Lian, M. Navajas, and Xiao-Yue Hong. 2012. Microsatellites reveal a strong subdivision of genetic structure in Chinese populations of the mite *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) *MC Genetics* 2012, 13:8 <http://www.biomed-central.com/1471-2156/13/8> [23 Okt. 2015].
- Suzuki T., M.Watanabe, M.Takeda. 2009. UV tolerance in the two-spotted spider mite. *J. Insect Physiol*. 55:649–654.
- Tehri, K., R. Gulati, and M. Geroh. 2014. Host plant responses, biotic stress and management strategies for the control of *Tetranychus urticae* Koch (Acarina: Tetranychidae). *ARCC J*. 35(4): 250–260. <http://arccjournals.com/journals-arcc/article/5731> [31 Juli 2015].
- Van Leeuwen, T., J. Vontas, A. Tsagkarakou, W. Dermauw, and L. Tirry. 2010. Acaricide resistance mechanisms in the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* and other important Acari: *Insect Biochem. Mol. Biol*. 40: 563–572. [5 Jan. 2016].
- Vucic-Pestic, O., R.B. Ehnes, B.C. Rall, and U. Brose. 2010. Warming up the system: higher predator feeding rates but lower energetic efficiencies. *Global Change Biol*. 17(3): 1301–1310.
- Warabieda, W. 2003. Influence of leaf pubescence on the behaviour of the two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*) and the European red mite (*Panonychus ulmi*). *Acta Agrobotanica* 56(1/2):109–115.
- WeiXu, W. Q. WeiZhi, W. MinZheng, L. LiuYing, T. XiuHua, H. HuYi, G. XiuQin, Wei Zhe, and W. BenHui . 2009. Resistances of different cassava varieties to *Tetranychus urticae*. *J. Guangxi Agric. Sci*. 40(5): 504–506. <http://www.cabdirect.org/abstracts> [28 Juli 2015].
- Widiarti, W.V. 2012. Kelimpahan tungau *Tetranychus urticae* pada beberapa kultivar tanaman singkong di Desa Tegal Kamulyan Kecamatan Cilacap Utara. Thesis. Fak. Pertanian Universitas Jenderal Soedirman. Purwokerto. <http://bio.unsoed.ac.id/en/2091-kelimpahan-tungau> [5 Jan. 2016].
- Wright R., R. Seymour, L. Higley, and J. Campbell. 2006. Spider mite management in corn and soybeans. NebGuide, G1167. University of Nebraska, Lincoln, Institute of Agric. and Nat. Res. disponível em: www.ianrpubs.unl.edu/epublic/live/g1167/build/g1167.pdf. [5 Jan. 2016].

- Xiao, Y., L.S. Osborne, J. Chen, and C.L. McKenzie. 2013. Functional responses and prey-stage preferences of a predatory gall midge and two predaceous mites with twospotted spider mites, *Tetranychus urticae*, as host. *J Insect Sci.* 13: 8. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3735104/> [7 Okt. 2015].
- Xie, L., H.Miao, and X.Y. Xiao-Yue Hong, X.Y. 2006. The two spotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch and the carmine spider mite *Tetranychus cinnabarinus* their Wolbachia phylogenetic tree. *Zoolaxa*,1166: 33–46.
- Yanagita, H., S. morita, K. Kunimaru, and H. Take-moto. 2014. Capability of *Scolothrips takahashii* (Thysanoptera: Thripidae) as a control agent of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) for protecting strawberry plug plants in summer. *App. Entomol. and Zool.* 49(3):437–441. <http://www.researchgate.net/publication/271913313> [8 Okt. 2015].
- Yuliawati. 2009. Pengelolaan tanaman dan organisme pengganggu tanaman (OPT) ubi kayu (*Manihot esculenta* Cranz.) di Kecamatan Ciemas, Sukabumi dan Kecamatan Darmaga, Bogor. Fak. Pert. IPB. Bogor. <http://repository.ipb.ac.id/bitstream/handle/123456789/44896/A09yul1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Zundel C., P. Nagel P, R. Hanna, F.Korner, and U. Schidegger. 2009. Environment and host-plant genotype effects on the seasonal dynamics of a predatory mite on cassava in sub-humid tropical Africa. *Agric. and Forest Entomol.*